

⑨ 日本国特許庁 (JP) ⑩ 特許出願公開
⑪ 公開特許公報 (A) 平3-192764

⑤Int.Cl.⁵
H 01 L 27/146

識別記号

庁内整理番号

⑫公開 平成3年(1991)8月22日

8122-5F H 01 L 27/14
8122-5F

A

B※

審査請求 未請求 請求項の数 9 (全10頁)

⑬発明の名称 固体撮像装置

⑭特 願 平1-334472

⑮出 願 平1(1989)12月21日

⑯発明者 宮 武 茂 博 大阪府大阪市中央区安土町2丁目3番13号 大阪国際ビル
ミノルタカメラ株式会社内

⑯発明者 高 田 謙 二 大阪府大阪市中央区安土町2丁目3番13号 大阪国際ビル
ミノルタカメラ株式会社内

⑯発明者 長 谷 川 潤 大阪府大阪市中央区安土町2丁目3番13号 大阪国際ビル
ミノルタカメラ株式会社内

⑯出願人 ミノルタカメラ株式会社 大阪府大阪市中央区安土町2丁目3番13号 大阪国際ビル

⑯代理人 弁理士 佐野 静夫

最終頁に続く

明細書

1. 発明の名称

固体撮像装置

2. 特許請求の範囲

(1) 入射した光量に応じた光電流を発生しうる感光手段と、前記光電流を入力するMOSトランジスタと、前記MOSトランジスタを閾値電圧以下で且つサブスレッショルド電流が流れうる状態にバイアスするバイアス手段と、からなり、前記MOSトランジスタはサブスレッショルド電流特性により前記光電流を対数圧縮変換することを特徴とする固体撮像装置。

(2) 第1MOSトランジスタのドレインとゲートを前記感光手段と接続したことを特徴とする第1請求項に記載の固体撮像装置。

(3) 第1MOSトランジスタのドレインとゲートおよび第2MOSトランジスタのゲートを前記感光手段と接続し、前記第2MOSトランジスタのソースをコンデンサと接続したことを特徴とする第1請求項に記載の固体撮像装置。

(4) 前記第2MOSトランジスタのドレインにパルス電圧を印加するようにしたことを特徴とする第3請求項に記載の固体撮像装置。

(5) 第1MOSトランジスタのドレインとゲートおよびCCDの第1のゲートを前記感光手段と接続し、該CCDの第2のゲートに直流電圧を印加するようにしたことを特徴とする第1請求項に記載の固体撮像装置。

(6) 前記CCDの入力ダイオードにパルス電圧を印加することを特徴とする第5請求項に記載の固体撮像装置。

(7) 前記第1MOSトランジスタのゲートに予偏充電のためのトランジスタを設けたことを特徴とする第2請求項乃至第5請求項のいずれかに記載の固体撮像装置。

(8) 前記予偏充電のためのトランジスタの一部を前記感光手段を構成するフォトダイオードの一部と共に用いたことを特徴とする第7請求項に記載の固体撮像装置。

(9) 上記MOSトランジスタに基板電圧を印加

して使用することを特徴とする第1請求項乃至第9請求項のいずれかに記載の固体撮像装置。

3. 発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は、光信号を電気信号に変換する固体撮像装置に関し、特に、その光電変換特性が圧縮特性である非線形光電変換装置を有する固体撮像装置に関するものである。

従来の技術

固体撮像装置は、小型、軽量で低消費電力であるのみならず、画像歪や焼き付きがなく、振動や班界などの環境条件に強い。また、LSIと共にあるいは類似の工程で製造できることから、信頼性が高く、量産にも適している。このため現在、1次元固体撮像装置はファクシミリなどに、2次元固体撮像装置はビデオカメラなどに幅広く用いられている。

発明が解決しようとする課題

しかしながら、多くの固体撮像装置は、銀塩フィルムと比較してダイナミックレンジが狭く、こ

のため露光量を精密に制御する必要があり、また露光量を精密に制御しても、暗い部分が黒くつぶれたり、明かるい部分が飽和したりすることが生じやすいという欠点がある。

本発明はこれらの問題を解決し、ダイナミックレンジが広く、高輝度から低輝度までを高精度に撮像することのできる固体撮像装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

上記目的を達成するため、本発明の固体撮像装置は、入射した光量に応じた光電流を発生しうる感光手段と、前記光電流を入力するMOSトランジスタと、前記MOSトランジスタを閾値電圧以下で且つサブスレッショルド電流が流れうる状態にバイアスするバイアス手段と、からなり、前記MOSトランジスタはサブスレッショルド電流特性により前記光電流を対数圧縮変換するようになっている。

そして、前記MOSトランジスタの出力はCCD等の信号伝送部に供給される。

作用

CCDをはじめとする多くの固体撮像装置のダイナミックレンジの狭さは、主として信号伝送部において多くの信号電荷を伝送できないことに起因している。しかるに、本発明の構成によると、光電変換部において信号電荷が圧縮される。すなわち、信号電荷は光電変換部において入射光量の対数値に圧縮されることにより予め少々の信号電荷となり、その後、信号伝送部を経て出力信号となる。このため、本発明の固体撮像装置では、信号伝送部のダイナミックレンジの影響を受けず、高輝度から低輝度までを高精度に撮像できることになる。

実施例

まず、本発明の具体例を説明する前に、本発明の対数圧縮変換の原理について述べる。

MOSトランジスタでは、ゲート電圧が閾値電圧以下のときサブスレッショルド電流(sub-threshold current)と呼ばれる微少電流が流れる。これはゲート酸化膜直下のシリコン表面が弱反応

(weak inversion)状態になることに起因しており、サブスレッショルド電流は、一般にMOSトランジスタの好ましくない特性の一つと考えられてきた。本発明の固体撮像装置では、このサブスレッショルド電流を逆に利用して光電変換特性を制御するようにしている。

サブスレッショルド電流は以下のようにあらわされる(参考文献: R.M.Swanson and J.D.Meldal, "Ion-implanted complementary MOS transistors in low-voltage circuits," IEEE Journal of Solid-State Circuits, vol. SC-7, No. 2, pp. 145-153, Apr. 1972)。

$$\begin{aligned} \text{すなわち、MOSトランジスタのドレイン電流 } I_D & \text{ は、nチャンネルMOSトランジスタの場合、} \\ V_D - V_S & \leq V_T + n(kT/q) \text{ のとき} \\ I_D & = \frac{Z}{L} \mu n C_o \frac{1}{m} (n \frac{kT}{q})^2 \exp \left[\frac{-q}{n k T} (V_D - V_S - V_T - n \frac{kT}{q}) \right] \\ & \cdot \left\{ 1 - \exp \left[\frac{-m q}{n k T} (V_D - V_S) \right] \right\} \end{aligned}$$

N_s ; シリコン基板不純物濃度
すなわち、⑩式より $V_{ss} - V_{sus}$ ($= V_s - V_{sus}$)
によって V_s が変化し、これによって I_s も変化することから、 V_{sus} を適切に設定することによって④式を満たす動作状態とすることができるのである。

以下実例を挙げて説明する。

ここで、次の定数を用いる。

$$N_s = 1 \times 10^{13} / \text{cm}^3$$

$$Z/L = 1$$

$$\mu_n = 1000 \text{ cm}^2 / \text{V} \cdot \text{sec}$$

$$T = 300 \text{ K}$$

$$C_0 = 3.5 \times 10^{-8} \text{ F} / \text{cm}^2$$

ゲート電極をアルミニウムとすれば上記基板温度のとき

$$\Phi_{ns} = -0.9 \text{ V}$$

となる。

また、簡単のために

$$C_d = C_{fs} = 0, N_{fs} = 0$$

とすれば、

$$V_s - 0.06 \sim V_s - 0.36$$

すなわち、

$$V_s - V_{sus} = 0 \text{ V} \text{ のとき } 0.02 \sim -0.28$$

$$V_s - V_{sus} = 5 \text{ V} \text{ のとき } 0.85 \sim 0.55$$

となり、 $V_s - V_{sus} = 0 \text{ V}$ のときには④式は満足しないが、 $V_s - V_{sus} = 5 \text{ V}$ とすれば④式が満足されることが分る。以上のように、 V_{sus} を適切な電圧とすることによって、光電流を対数圧縮した電圧に変換することができる。

第2図は、第1図に示した実施例に積分回路を付加した固体撮像装置の1面系の構成例を示したものである

ここで、pn接合フォトダイオード(1)が感光部を形成し、このアノードが第1のnチャネルMOSトランジスタ(2a)のドレインとゲートおよび第2のnチャネルMOSトランジスタ(2b)のゲートに接続されている。また、フォトダイオード(1)のカソードにはDC電圧 V_{ss} が第1MOSトランジスタ(2a)のソースにはDC電圧 V_{ss} が、第2MOSトランジスタ(2b)のドレインにはDC

$$m = n = 1$$

となる。

このとき

$$I_{ss} = 1000 \times 3.5 \times 10^{-8} \times (0.026)^2 \times 0.368 \\ = 8.70 \times 10^{-9}$$

一方、閾値電圧は

$$V_s - V_{sus} = 0 \text{ V} \text{ のとき}$$

$$V_s(0) = -0.9 + 0.58$$

$$+ \frac{\sqrt{2 \times 11.7 \times 8.85 \times 10^{-14} \times 1.6}}{3.5 \times} \\ \frac{10^{-14} \times 10^{-14} \times 0.58}{10^{-9}} = 0.08$$

$$V_s - V_{sus} = 5 \text{ V} \text{ のとき}$$

$$V_s(5) = 0.91$$

量子面照度として、以下の範囲を対象とする。

$$0.1 \text{ lx} \sim 10^4 \text{ lx}$$

このときフォトダイオードの面積を $100 \mu\text{m}^2$ とすれば、光電流 I_s は大略以下のようになる。

$$10^{-14} \sim 10^{-9} \text{ A}$$

上記光電流と⑦式より $V_s - V_{ss}$ は下記範囲となる。

電圧 V_{sus} が印加されている。さらに、第2MOSトランジスタ(2b)のソースは容量Cのコンデンサ(3)を介してDC電圧 V_{ss} に接続されている。一方、第1MOSトランジスタ(2a)の基板にはDC電圧 V_{sus} が印加され、第2MOSトランジスタ(2b)の基板は、第2MOSトランジスタ(2b)が第1MOSトランジスタ(2a)と同一の基板上またはウェル内に形成される場合にはDC電圧 V_{sus} が印加され、第2MOSトランジスタ(2b)が第1MOSトランジスタ(2a)と異なる基板上またはウェル内に形成される場合にはDC電圧 V_{sus} が印加または第2MOSトランジスタ(2b)のソースに接続されている。

この実施例では、以下に示すように、光電流 I_s の積分値が対数圧縮されて、第2MOSトランジスタ(2b)のソースとコンデンサ(3)の接続点の電圧 V_s となる。

以下の説明では、第1MOSトランジスタ(2a)と第2MOSトランジスタ(2b)の特性を同一と仮定し、また、第2MOSトランジスタ(2b)の基板

が第2MOSトランジスタ(2b)のソースに接続されている場合について行う。

第1および第2MOSトランジスタ(2a)(2b)のゲート電圧を V_g とすれば⑦式より

$$V_c = V_{ss} + V_r + \frac{n k T}{q} \ln \frac{I_r}{I_{ss}} \quad \text{⑨}$$

となり、第2MOSトランジスタ(2b)を流れる電流 I_z は②式より

$$I_z = I_{ss} \exp \left[\frac{q}{n k T} (V_c - V_o - V_r) \right] \quad \text{⑩}$$

を得る。

また、次の関係が成り立つ。

$$I_z = C \frac{d V_o}{d t} \quad \text{⑪}$$

⑨、⑩、⑪式より次式を得る。

$$C \frac{d V_o}{d t} = I_r \exp \left[\frac{q}{n k T} (V_{ss} - V_o) \right]$$

すなわち

$$\begin{aligned} & \exp \left[\frac{q}{n k T} (V_o - V_{ss}) \right] d V_o \\ &= \frac{I_r}{C} d t \end{aligned} \quad \text{⑫}$$

よび第4図(a)及び(b)はこのための回路およびパルスタイミングを示したものである。パルスタイミングは、CCDへの電荷入力に電荷平衡法を用いている。

第3図ではリセットのために第3MOSトランジスタ(2c)を用いているが、第4図ではトランジスタの追加を行わず、第2MOSトランジスタ(2b)のドレインにパルスを印加するようにしている。いずれの場合にも、ここでは3相駆動CCDが用いられており、 Φ_1 、 Φ_2 、 Φ_3 のパルスによって電荷が転送される。また、 V_o にはDC電圧が印加され、この電極直下のチャネル電位と、 V_o が接続された電極直下のチャネル電位の差によって信号電荷が注入される。

以下に動作の説明を行う。

$t=t_1$ で Φ_1 が高レベル(第3図の場合)又は Φ_3 が低レベル(第4図の場合)になると、 V_o は電圧 V_{ss} に設定される。その後 V_o は⑩式に従って(但し $V_o - V_{ss}$)増加していく。 $t=t_2$ で Φ_1 が低レベルになると、 $V_o - V_{ss}$ に比例し

$t=0$ のとき $V_o = V_{ss}$ として⑩式を積分すると

$$\begin{aligned} V_o &= V_{ss} + \frac{n k T}{q} I_r \left(\frac{q}{n k T C} \right) \\ &= I_r d t + \exp \left(\frac{q}{n k T} (V_{ss} - V_{ss}) \right) \end{aligned} \quad \text{⑬}$$

を得る。

⑬式は、光電流 I_r の積分値と $V_{ss} - V_{ss}$ で決まる一定値との和が電圧 V_o に対応変換されることを示している。この一定値は $V_{ss} - V_{ss}$ が小さいほど小さくなることから、第1MOSトランジスタ(2a)のソース電圧に対して V_o の初期値 V_{ss} を低く設定すればより正確に対応変換できることになる。

以上述べた回路により得られた出力電圧は、たとえば電位平衡法(武石、番山監訳“電荷転送デバイス”p. 43を参照)などによってCCDに電荷入力ができる。この場合、CCDへの電荷入力後、 V_o 電位を初期値 V_{ss} に設定した後、再び積分を開始することが必要となる。第3図お

よび第4図(a)及び(b)はこのための回路およびパルスタイミングを示したものである。パルスタイミングは、CCDへの電荷入力に電荷平衡法を用いている。

たとえば電位平衡法(武石、番山監訳“電荷転送デバイス”p. 43を参照)などによってCCDに電荷入力ができる。この場合、CCDへの電荷入力後、 V_o 電位を初期値 V_{ss} に設定した後、再び積分を開始することが必要となる。第3図お

よび第4図(a)及び(b)はこのための回路およびパルスタイミングを示したものである。

以上のようにして、対応圧縮された信号をCCDへ電荷注入し、転送することができる。

第5図は、CCDへの電荷注入に関し、第3図、

第4図と異なる実施例について示したものである。

本実施例では、第3図と第4図の実施例における第2MOSトランジスタ(2b)がCCDと統合されている。すなわち、第5図(a)に示すように、感光部のpn接合フォトダイオード(1)のカソードにはDC電圧 V_{dd} が印加され、該フォトダイオード(1)のアノードは、MOSトランジスタ(2a)のゲートとドレインおよびCCDの第1電極と接続されている。また、該MOSトランジスタ(2a)のソースにはDC電圧 V_{ss} が印加され、CCDの

第2電極にはDC電圧 V_a が印加されている。CCDの第3電極には ϕ_1 パルスが、第4電極には ϕ_2 パルスが、第5電極には ϕ_3 パルスが印加され、 ϕ_1, ϕ_2, ϕ_3 パルスは第6電極以降の電極に順に印加される。一方 CCDの入力ダイオード(50)には ϕ_4 パルスが印加される。

これらのパルスのタイミングを第5図(b)に、断面図に対応した各部のチャネル電位を第5図(c)に示す。以下に動作の説明を行う。

$t = t_1$ において ϕ_1 が低レベルになると、電子が V_a 電極下を通過して V_s 電極下に注入される。 $t = t_2$ で ϕ_1 が高レベルになると、過剰な電子が入力ダイオードにもどる。以上がリセット動作に相当し、この動作のあと積分状態にはいる。この状態では、 V_s 電極直下の電子が V_s 電極下を通過して入力ダイオード(50)に放出されて行く。これは、入力ダイオード(50)から V_s 電極直下部分に電流が流れることに相当し、この電流値は V_s 電圧と V_a 電極直下部分の電圧差の指数函数となる。すなわち、本実施例の構成では、CCDの入力ダ

イオード(50)が第4図における第2MOSトランジスタ(2b)のドレインに相当し、CCDの第2ゲート直下に蓄積される電子が第2MOSトランジスタ(2b)のソースおよびソースに接続されたコンデンサに蓄積される電荷に相当することになる。以上のようにして積分が行われ、 $t = t_3$ で積分期間が終了したあと $t = t_4$ で ϕ_2 が高レベルになり、 V_s 電極直下に蓄積された電子がCCDへ伝送される。

次に高速動作への対応について述べる。

第1図～第5図において、第1MOSトランジスタ(2a)のゲート部分には浮遊容量があり、高速動作のためには、この浮遊容量が積分時間に対して充分短い時間で充放電し、光電流 I_p の変化に追従する必要がある。第1MOSトランジスタ(2a)はゲートとドレインが接続されているため、前記浮遊容量の放電（光電流 I_p が大から小への変化）はMOSトランジスタにより行われるが、充電（光電流 I_p が小から大への変化）は光電流 I_p によって行わなければならず、後者は前者に比

し時間を要することになる。第6図はかかる問題に描いた実施例を示したものであり、第1MOSトランジスタ(2a)のゲートにプリチャージ（予偏充電）トランジスタ(2p)が付加されている。積分開始前に該プリチャージトランジスタ(2p)をプリチャージパルス ϕ_r によって導通状態として第1MOSトランジスタ(2a)のゲート電位を高くしておくと、積分開始とともに第1MOSトランジスタ(2a)は放電状態となるので、光電流に対応したゲート電圧を短時間で得ることができる。

第7図は第6図のプリチャージトランジスタ(2p)にpチャネルMOSトランジスタを用いた実施例を示したものである。同図において、(イ)は平面図、(ロ)は電気回路図、(ハ)は構造断面図である。本実施例ではpチャネルMOSトランジスタのドレインがフォトダイオードのアノードを兼ねている。すなわち、本実施例においてはP型基板(4)上にnウェル(5)を形成し、該nウェル(5)をフォトダイオード(1)のカソードとし、その上部に拡散形成されたP+領域(6)をアノー

ドとする。更に、nウェル(5)上にpチャネルMOSトランジスタ(2p)を形成し、その際、前記P+領域(6)を該pチャネルMOSトランジスタ(2p)のドレインとすることにより前記P+領域(6)をフォトダイオード(1)のアノードと共用する。尚、nウェル(5)上のもう1つのP+領域(7)は前記トランジスタ(2p)のソースとなっている。このような構成において、nウェル(5)にアルミニウム電極(8)からn+領域(9)を介してDC電圧 V_{dd} を、pチャネルMOSトランジスタ(2p)のソース(7)にDC電圧 V_p を、ゲートにはその電極(10)にプリチャージパルス ϕ_r を印加する。またP基板(4)上にはnチャネルMOSトランジスタ(2a)やCCDを形成し、第1図～第5図の回路を形成することができる。nチャネルMOSトランジスタ(2a)はn+領域(13)(14)をそれぞれソース、ドレインとし、(15)をゲート電極として構成されている。本発明に直接関係ないが、第7图においてpチャネルMOSトランジスタ(2p)のゲート電極(10)の上方のアルミニウム配線(11)はポリシリ

コンより成るゲート配線の抵抗値を小さくするために設けられている。(12)は絶縁膜である。

発明の効果

以上説明した通り、本発明によれば、光信号を対数圧縮した電気信号に変換することができる。また、対数圧縮は光電変換部で行われるため、信号伝送部のダイナミックレンジの影響を受けず、高輝度から低輝度までを高精度に圧縮することができる。更に、本発明ではMOSトランジスタを用いるので高集積化が容易であり、またCCDを同一チップ上に形成し、信号伝送部とともに容易であるという長所も有する。

4. 図面の簡単な説明

図はいずれも本発明の固体撮像装置に関するものであって、第1図は信号変換部について第1の実施例を示す回路図、第2図は同じく第2の実施例の回路図である。第3図、第4図は第2図の実施例についてその出力をCCDに入力するようにした場合の構成及び動作説明図、第5図は第2図の実施例についてその出力をCCDに入力するよ

うにした場合の構成及び動作説明図である。第6図は第2図の実施例に更に予偏充電機能を付加させた場合の回路図であり、第7図はその具体的構成例を示す図である。

- (1) ……p-n接合ダイオード（感光手段）。
- (2a) ……第1 MOSトランジスタ。
- (2b) ……第2 MOSトランジスタ。
- (2P) ……プリチャージトランジスタ。
- (50) ……CCDの入力ダイオード。

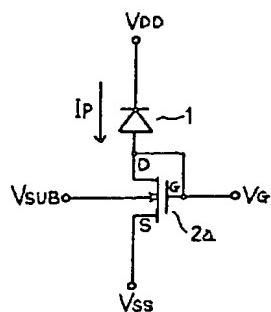
出願人

ミノルタカメラ株式会社

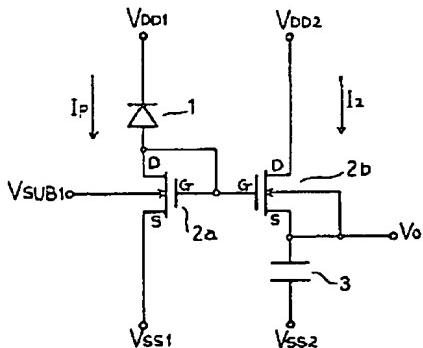
代理人

弁理士 佐野 静夫

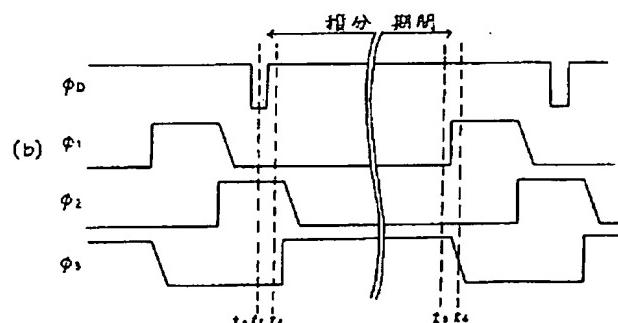
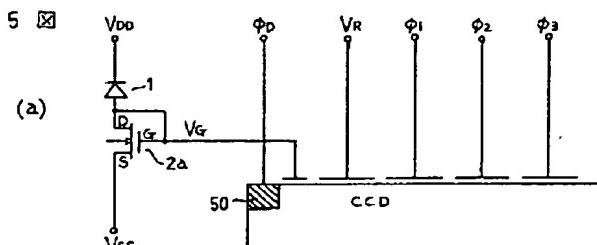
第1図



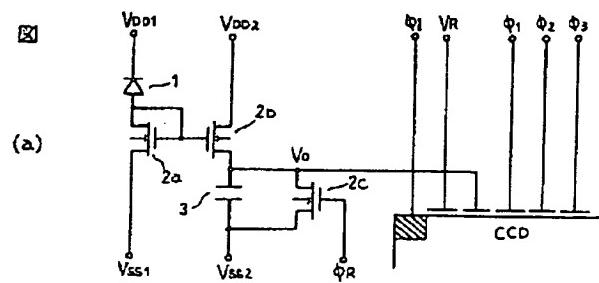
第2図



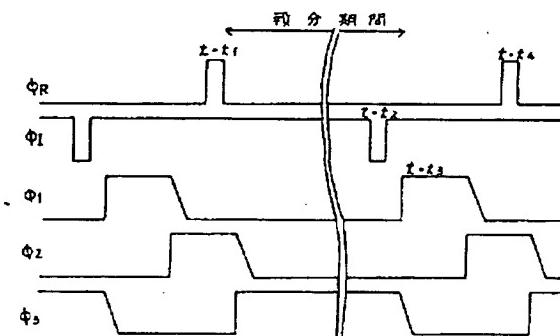
第5図



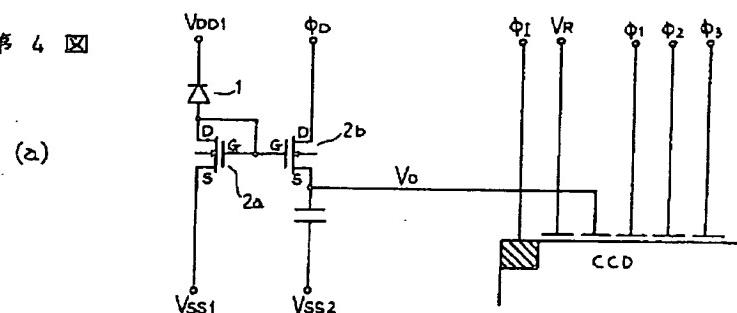
第3図



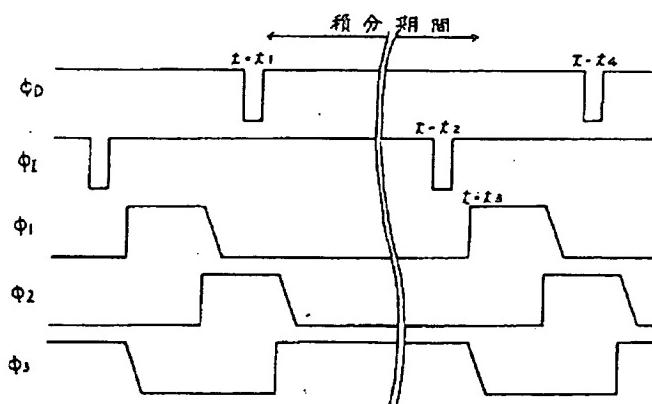
(b)

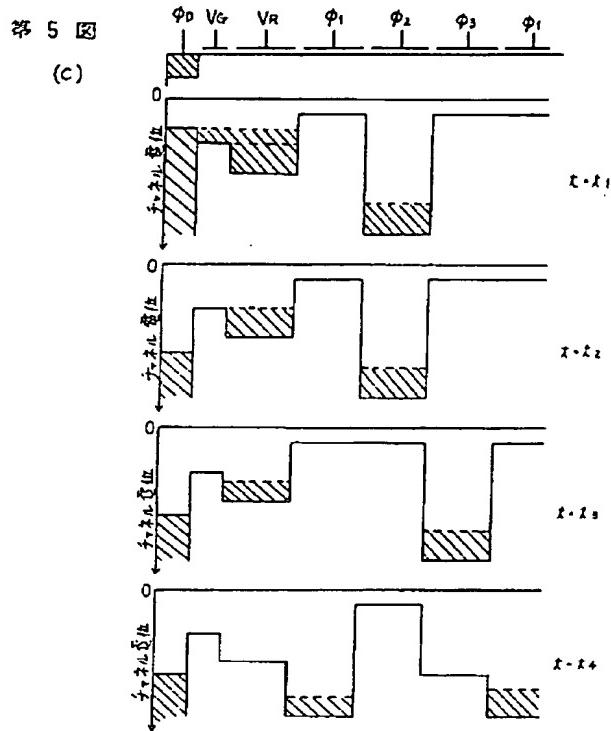


第4図

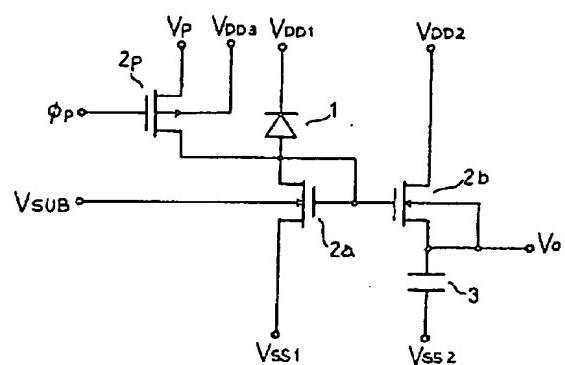


(b)

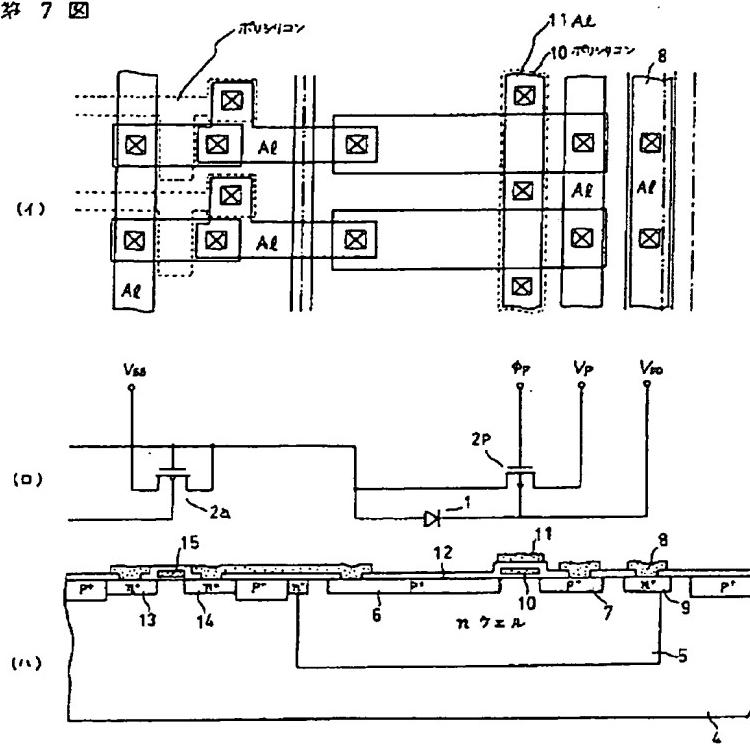




第6図



第7図



第1頁の続き

⑥Int.Cl.⁵ 識別記号 庁内整理番号
H 01 L 27/148 E 8838-5C
H 04 N 5/335

⑦発明者 難波 靖弘 大阪府大阪市中央区安土町2丁目3番13号 大阪国際ビル
ミノルタカメラ株式会社内

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第2区分

【発行日】平成10年(1998)10月9日

【公開番号】特開平3-192764

【公開日】平成3年(1991)8月22日

【年通号数】公開特許公報3-1928

【出願番号】特願平1-334472

【国際特許分類第6版】

H01L 27/146

H04N 5/335

【F1】

H01L 27/14 A

H04N 5/335 E

手続補正書

平成8年12月19日

特許庁長官 殿

1. 事件の表示

平成1年特許取第334472号

2. 発明の名称

固体撮像装置

3. 補正をする旨

事件との関係 出願人

住所 大阪府大阪市中央区安上町二丁目3番13号 大阪国際ビル

名称 (607) ミノルタ株式会社

「平成6年7月20日名前変更済(一括)」

代表者 金谷 実

4. 補正命令の日付

自免補正

5. 補正の対象

(1) 明細書の「発明の名称」の欄

(2) 明細書の「特許請求の範囲」の欄

(3) 明細書の「発明の詳細な説明」の欄

6. 補正の内容

(1) 発明の名称を「固体撮像装置」から「光電変換装置」に補正する。

(2) 特許請求の範囲を別紙の通りに補正する。

(3) 明細書の第3頁第6行の「圧縮」を「対数変換」に補正する。

(4) 明細書の第4頁第10行から第5頁第13行の「上記目的を達成するため、…撮像できることになる。」を以下の通りに補正する。

「上記目的を達成するため、本発明の光電変換装置は、入射光強度に応じた光電流を発生する光電流発生装置と、光電流発生装置にゲートとドレインとが接続された第1のMOSトランジスタと、第1のMOSトランジスタを基盤面以下でサブレッショールド電圧が印加される状態にバイアスするバイアス手段と、これと並んで、第1のMOSトランジスタはサブレッショールド電流特性により光電流を対数変換するようになっている。

作用

CCDをはじめとする多くの固体撮像装置のダイナミックレンジの狭さは、主として信号荷電部において多くの信号電荷を転送できないことに起因している。しかし、本発明の構成によると、光電流発生装置で発生された入射光強度に応じた光電流に対して対数変換が行われるので、少量の信号電荷だけを信号荷電部に転送すればいいことになる。

このため、本発明の光電変換装置では、信号伝送部のダイナミックレンジの影響を受けず、高輝度から低輝度までを高精度に撮像できることになる。」

(5) 明細書の第23頁第4行から同頁第12行の「以上説明した通り、…見所も有する。」を以下の通りに補正する。

「以上説明した通り、本発明によれば、電流発生装置で発生された入射光強度に応じた光電流に対して対数変換を行うことができる。また、対数変換はMOSトランジスタで行われるので、信号伝送部のダイナミックレンジの影響を

受けず、高輝度から低い輝度までを高精度に撮像することが可能となる。更に、MOSトランジスタを用いているので、高集積化が容易であり、また、CCDを同一チップ上に形成し信号転送部とすることも容易であるという長所も有する。」

以上

特願平1-334472号 手続補正書 別紙

補正請求の範囲

(1) 入射光強度に応じた光电流を発生する光电流発生装置と、光电流発生装置にゲートとドレインとが接続された第1のMOSトランジスタと、

第1のMOSトランジスタを閾値電圧以下でサブレッショルド電流が流れる状態にバイアスするバイアス手段と、
を備え、第1のMOSトランジスタはサブレッショルド電流特性により光电流を対応換することを特徴とする光电変換装置。

(2) さらに、第1のMOSトランジスタのゲートと接続されたゲートを有する第2のMOSトランジスタと、

第2MOSトランジスタのソースに接続されたコンデンサと、
を備え、光电流発生装置で発生される光电流の対数に比例した電圧を第2MOSトランジスタのソースとコンデンサ間に得ることを特徴とする請求項1に記載の光电変換装置。

(3) さらに、第1のMOSトランジスタのゲートと接続された第1のゲートを有するCCDと、

CCDの第2のゲートと接続された直流通電手段と、
を備え、光电流発生装置で発生される光电流の対数に比例した電圧がCCDの第2ゲート直下に蓄積されることを特徴とする請求項1に記載の光电変換装置。

以上